

## Проектирование антенной системы наземной станции радиозондирования атмосферы

**Ильиных Александр Борисович**

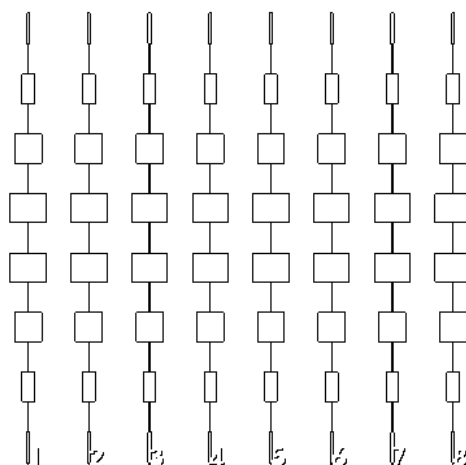
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

Мительман Юрий Евгеньевич, к.т.н.

[Iljinykh.Sania@yandex.ru](mailto:Iljinykh.Sania@yandex.ru)

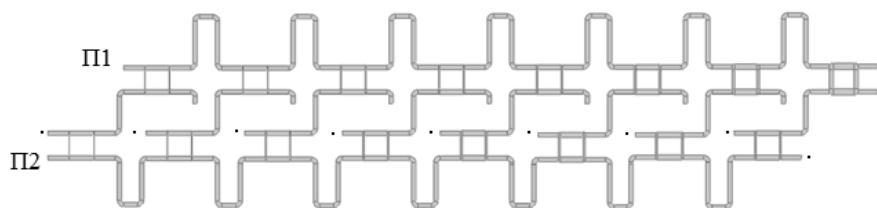
Тема создания малогабаритных и высокоэффективных наземных станций радиозондирования атмосферы очень актуальна в мореходстве и авиасообщении, при прокладке маршрутов морских судов и самолётов, и при определении параметров атмосферы перед запусками космических кораблей. В таких системах используется портативный радиозонд [1, 2] с датчиками, определяющими параметры атмосферы, транслирующий эти данные на наземную станцию.

Для эффективного приёма сигнала радиозонда должна применяться антенна с высоким коэффициентом направленного действия. В данной работе в качестве приёмной антенны предлагается использовать плоскую антенную решётку, состоящую из полосковых излучателей. Отдельным плюсом таких излучателей является их низкопрофильность, и, как следствие, малое аэродинамическое сопротивление при ветровых нагрузках. Была разработана приёмная антенна, состоящая из 64 полосковых излучателей, имеющая размеры 1,273 на 1,01 метр, обладающая высоким коэффициентом усиления в 26,68 дБ и относительно низким уровнем боковых лепестков в -13,28 дБ. Топология антенны изображена на *рис.1*. Для питания излучателей решетки в вертикальной плоскости используется последовательная схема.



*рис.1. Топология антенной решетки*

В антенной системе предлагается использовать диаграммообразующую схему типа матрицы Бласса для отклонения луча в горизонтальной плоскости при слежении за положением радиозонда. Данная схема позволила применить качание луча антенны в пределах  $3,5^\circ$ , что было необходимо для реализации наиболее точного и простого метода пеленгации – метода равносигнального направления. Топология диаграммообразующей схемы изображена на *рис.2*. Точками обозначены места подключения согласованных нагрузок. Входы антенной решетки подключаются к выходам верхней линии. Диаграммы направленности антенной системы, реализующей метод равносигнального направления, изображены на *рис.3*.



*рис.2. Диаграммообразующая схема*

Как можно видеть из *рис.3*, полученные диаграммы направленности перекрываются в нулевом направлении по азимуту, при этом их значение составляет -2,97 дБ. При этом возможно точно настроиться на радиозонд и по сравнению с максимальным направлением диаграммы направленности потерять не более половины мощности сигнала.

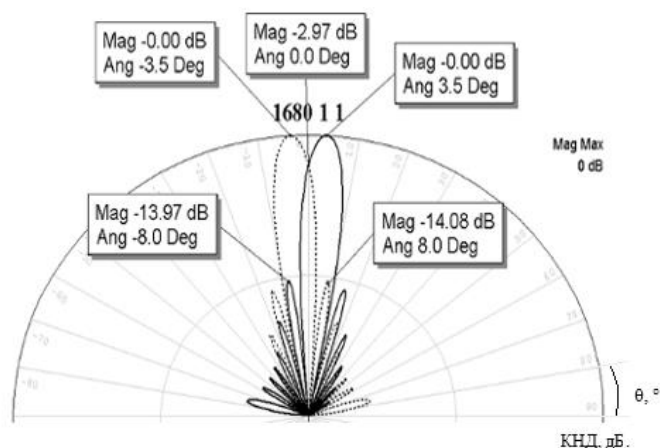


рис.3. Диаграммы направленности, реализующие равносигнальный метод пеленгации

Список публикаций:

[1] Kireyev, E.S., Mitelman, Yu.E. Radiation pattern null elimination of the radiosonde antenna. (2013) CriMiCo 2013 - 2013 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings, art. no. 6652975, pp. 606-607.

[2] Kireyev, E.S., Mitelman, Yu.E. Optimization of radiosonde antenna radiation pattern. (2013) CriMiCo 2013 - 2013 23rd International Crimean Conference Microwave and Telecommunication Technology, Conference Proceedings, art. no. 6652974, pp. 604-605.

## Моделирование линзы Люнеберга различными численными методами электродинамики

**Коротков Алексей Николаевич**

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина

Мительман Юрий Евгеньевич к.т.н.

[an.korotkov@urfu.ru](mailto:an.korotkov@urfu.ru)

Важным направлением антенной техники сегодня является разработка многолучевых и сканирующих антенных систем для радиолокационных и телекоммуникационных комплексов. Построить такие антенные системы можно на основе антенной решетки или антенны оптического типа – линзовой или зеркальной. Эффект концентрации поля наблюдается при определенном законе изменения диэлектрической проницаемости линзы в радиальном направлении. В большинстве случаев неоднородную структуру линзы реализуют в виде слоистой со ступенчатым законом изменения коэффициента рефракции. При проектировании линзовых антенн актуальной становится задача рационального выбора числа слоев, их толщины и диэлектрической проницаемости с точки зрения получения необходимых полевых характеристик и минимизации стоимости. Расчет диаграмм направленности, коэффициента усиления, поляризационных характеристик, как правило, проводят в специальных программах электродинамического моделирования. При этом современные программные комплексы предоставляют широкий спектр методов для анализа антенных систем. В данной работе проводится сравнение результатов анализа линзовой антенны посредством различных численных методов, заложенных в программный пакет Ansys EM.

Эффект концентрации излучения с помощью радиально-неоднородной диэлектрической линзы впервые описал математик Рудольф Карл Люнеберг [1]. Этот эффект имеет место для излучателя, расположенного на противоположной стороне линзы, коэффициент рефракции которой изменяется от  $\sqrt{2}$  в центре до единицы на краю по закону

$$n(r) = \sqrt{\epsilon'(r)} = \sqrt{2 - (r/a)^2}, \quad (1)$$

где  $\epsilon'$  – относительная диэлектрическая проницаемость материала линзы,  $r$  – радиальная координата в сферической или цилиндрической системе координат,  $a$  – внешний радиус линзы.

Обычно линзы изготавливают как многослойные конструкции со ступенчатым изменением коэффициента рефракции с законом, близким к (1). Анализируемая структура показана на рис.1. Количество слоев и их электродинамические параметры приведены в таблице ниже.